

REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN

Vol. 5 No. 1 October 1954

# 消防研究所報告

---

第 5 卷 第 1 号

1954年10月

---

## 目 次

### 研 究

がらすのくもり防止法について（英文）……………小 林 辰 男……(1)

アーチ感知器の試作（第2報）…………中内俊作・渡辺彰夫……(7)

---

消 防 研 究 所

東 京 都 三 鷹 市

**REPORT OF FIRE RESEARCH INSTITUTE OF JAPAN**

Vol. 5, No. 1

October 1954

— Contents —

**MEMOIRS**

On Prevention of Fogging of Glass Surface

by Condensation of Water Vapour.....T. KOBAYASHI.....(1)

Photoelectric Detector of Electric Arc (2)

...S. NAKAUCHI AND A. WATANABE.....(7)

---

Published by

Fire Research Institute of Japan

700 Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo, Japan.



## Memoirs

### On Prevention of Fogging of Glass Surface by Condensation of Water Vapour

By

Tatsuo KOBAYASHI

*Superintendent of the Institute.*

(Received August 31. 1954)

A glass surface is readily fogged by condensation of water vapour, if a warmer and moist air comes into contact with it. The prevention of such fogging (or clouding) is often very important. In fire fighting practice, the fogging of eye-glasses or masks of respiratory apparatus of different types often brings danger to human lives. The prevention of fogging of wind-glasses of cars and trucks is also important.

It is known that a surface of ordinary glass is covered with a thin film of alkali which is isolated from the glass itself, and, consequently, it is more susceptible to fogging by condensation of water vapour than a surface of any other transparent material as of quartz or of non-alkali glass. Therefore, if a glass surface is washed well in warm water, this nature is much weakened. But the effect is far from perfect and does not last long.

The writer carried out some research on various methods of prevention of fogging of glass surfaces. The following is a résumé of the results.

#### 1. Forming Oily Film on Surface.

If a small quantity of oil or grease of a suitable kind is applied to a glass surface and wiped well, and thus a thin film of oily substance is formed on it, the fogging of the surface is in some measure retarded. Paper or cloth slightly soaked with silicon oil (or silicon resin) is generally used for cleaning and, at the same time, improving the nature of the surface of eye glasses. This method is effective only when the condition is not severe. If the temperature of the glass is much lower than the dew point of the air coming into contact with the surface, this procedure is of no avail, or often rather harmful, because the fog condensed on such a surface obstructs the visibility through the glass much more than that condensed on a bare glass surface.

Photos 1 and 2 are microscopic photographs showing the difference of the nature of droplets condensed on a bare glass surface and on a surface covered with

oily film. The left half of either picture is the pattern of droplets condensed on a bare glass surface and the right half is that produced on an oily film. The pictures were taken in the following way: a small drop of very dilute solution of paraffin in benzene was put on a slide-glass of microscope use and the drop was spread on half of the area of the glass surface; the solution dried, leaving an extremely thin film of solid paraffin on a half of the surface; the slide-glass was mounted on a microscope, and the boundary of the paraffin film and the bare surface was brought into the field; the glass surface was fogged by breathing on it; then a picture was taken through the microscope. Photo 1 was taken after blowing one breath on the surface; Photo 2 after breathing several times repeatedly, that is when condensation fairly progressed. (When the room temperature is low, say below 10 °C., the fogging of any grade can be attained by breathing on it.)

We see that the droplets condensed on an oily film are very nearly hemi-spherical, while those on bare glasss surface



Fig. 1

are bigger and flat. Fig.1 shows schematically the cross-sectional views of droplets on oily filmed and bare glass surfaces. It is obvious that such differcene of the shapes of droplets comes from inequality of the contact angles of water to both surfaces. We see also that the droplets, especially those on oily film, are very small and numerous in the early stage of condensation, as Photo 1 shows. If the

condensation goes on continually, the drop lets grow bigger and consecutive pairs of droplets coalesce together, pair after pair, consequently the number of droplets diminishes. In Photo 2 there are two irregular shaped and less distinct droplets in the oily filmed domain. Those are droplets coalesced duriug the exposure.

As all the light rays which fall on the area covered by flat droplets (left halves of Photos 1 and 2) pass through the glass plate, being slightly deflected, but without suffering much deflection, the objects on the other side of the plate are seen through the bare part of it, though the image becomes more or less dim and blurred. As to the surface covered with hemi-spherical droplets (right halves of Photos 1 and 2) the feature differs greatly. The light rays which hit such droplets are scattered to all directions, while the light which strikes the narrow space between droplets passes through the plate undeflected. Therefore, it is to be expected that the objects on the other side of the plate can be seen through it distinctly by the undeflected light only. But, as the undeflected light is a small part of the total light falling on the whole area, the image is naturally dark. We can observe experimentally that the image seen through an oily filmed plate is exact but more or less dark in the early stage of fogging. When the condensation progresses, the image becomes still darker and, at the same time, the intensity of scattered light from the droplets on the plate surface increases; thus the image becomes masked by the brightness of the fog on the surface.

Therefore, the oily film method is ef-

fective only when the condensation of water is trifling. Photo 9 is a picture showing the contrast of the intensities of reflected light from surfaces of both kinds, when fog is formed on them. The lower part of the picture is a photograph of a glass plate, the right half of which has an oily film coating, taken when the whole surface was fogged by breathing on it. The oily half looks brightly white, while the bare half seems dark, because the hemi-spherical droplets scatter all the incident light, while the flat droplets let the light pass through. (The back ground is dark.) The upper part of the picture is a printed matter (back on white) photographed on the same dry plate to show comparison of the contrasts.

## 2. Driving off Alkaline Film by Electric Discharge.

Quartz plates are slower to start fogging by condensation of water on their surfaces than ordinary glass plates. However, even quartz gets fogged, if the condition is in some degree severe. Photo 7 is a microscopic picture of droplets condensed on a quartz plate. It looks

quite like the pattern produced on a bare surface of glass, the cause being the equality of the contact angles of water to both surfaces. The readiness of ordinary glass surfaces in condensing water comes from the isolated alkali. To wash away this alkali perfectly, special treatments are necessary. Besides alkali, the surface gets contamination of hygroscopic corpuscles, which come floating in the air. Such contamination as well as the isolated alkali on a glass surface can be driven away by an electric procedure.

The writer made some experimental research on creeping-spark-discharges on a surface of insulator plate. (Proceedings of Physico-Mathematical Society of Japan, 3rd Ser., Vol. 13, No. 11, Dec., 1931). Fig. 2 shows the front and side views of the experimental device diagrammatically. S is an insulator plate (glass or ebonite, 70 cm. square, say) and F is a lead foil (30 cm. square, say) stuck on the back surface of S. B (not shown in the front view) is a net of thin barbed wire, stretched on a metal frame of roughly the same size as of the foil F. B was held about 10 cm. in front of the surface of S and electrically connected to  $P_1$ .  $P_1$  and  $P_2$  are electric poles which are in contact with the front surface of S and the lead foil F respectively. When the poles  $P_1$  and  $P_2$  were connected to different poles of a high tension D. C. source of 50 to 70 kilovolts, small brushes or glows appeared at the points of barbs of B, and the charge thus liberated into the air (ions), being attracted by the charge in F, reached the front surface of the insulator plate S and accumulated there. This

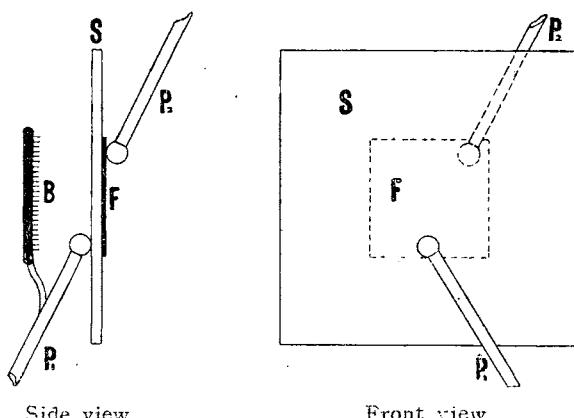


Fig. 2

flow of electricity continued for a short time, say 10 seconds, until the front surface of S opposite to the foil F acquired nearly the same potential as B and  $P_1$ , or the field between B and the front surface of S became small. When this state was attained,  $P_1$  and  $P_2$  were cut from the high tension source; and  $P_2$  was earthed, accordingly the charge on the front surface of S became unbound, or turned to free charge. Then  $P_1$  was earthed; consequently the charge on S streamed into  $P_1$ , displaying creeping-sparktracks on the surface of S, and discharged to the earth.

Pictures of such surface-sparks are shown in Photos 3 and 4; Photo 3 being a discharge of positive surface-charge and Photo 4 a discharge of negative charge. When positive surface-charge discharges, the spark-tracks always fork into numerous branches and the curving of each branch is remarkably smooth. When negative surface-charge escapes, the branchings are much less and each branch has a zigzag form.

If a picture of such a spark is taken with a more rapid lens on a more sensitive dry plate, still smaller branches will become visible. However, as it is quite impossible to get a picture showing the details of the terminous parts of each branch of a surface-spark in this way, the writer introduced an alternative method as explained below. The whole device shown in Fig. 2 was supported in horizontal position, the front surface of the plate S towards up in an utterly dark room. A photographic dry plate of a large size (larger than the foil F) was laid directly on S, sensitive surface upwards. Charge was given to the upper surface of

the dry plate very slowly, by raising the voltage of the source very gradually, because it is essential to avoid outbreaks of small sparks and brushes in the course of charging. Then a spark was generated on the dry plate in the same way as in the case Photos 3 and 4 were taken, and the plate was developed. Photos 5 and 6 are small sections of such pictures shown in the original scale. Photo 5 shows a discharge of positive surface-charge and Photo 6 a discharge of negative charge.

Photo 5 (whole picture of) shows that, if the surface-charge is positive, the electric avalanche diverges from the pole and extends until the whole charged area is covered, and that one sweep of flow completes the discharge. Photo 6 shows that, if the surface-charge is negative, the discharge is performed by two successive sweeps (interval about  $10^{-7}$  sec.) of breakdown on the whole charged area; in other words, a preliminary discharge precedes the main spark from the pole.

A creeping-spark-discharge on a glass surface as explained above blows off the isolated alkali and hygroscopic contamination from it. As Photos 5 and 6 show, a surface-spark of the above explained nature covers the whole charged area completely, hence a few sparks generated on a surface are enough to remove all the contamination and alkali from it. To carry out this process to a small plane glass plate, lay it directly on the plate S and generate sparks on it. As for the high tension source, A. C. is more convenient for practical use. It is only to connect a high tension A. C. source of about 50 kilovolts to  $P_1$  and  $P_2$  for a short time. (Better to insert a high resistance.

Barbed wire net B is not necessary). Then, surface-sparks of the types of Photo 3 and Photo 4 are generated alternately, a pair in each cycle. Photo 10 shows a picture of such sparks generated on S, by closing the A. C. circuit for about 1/10 second. Very intense lines in the picture are the trunk tracks of discharge of negative charge and less intense lines are those of positive charge.

A glass plate undergone this treatment is quite resistive against being fogged. Photo 8 is a microscopic picture of droplets condensed on such a surface by steaming on it. The pattern is very like that condensed on a quartz plate, which is shown in Photo 7.

Of course the effect of this treatment does not last long. Therefore, the procedure must be reiterated occasionally.

### **3. Producing Gelatine Film on Glass Surface.**

Let dilute gelatine solution in water be spread on a surface of a glass plate (or a lens) uniformly and let it dry, keeping it in horizontal position. Then a thin gelatine film (not so thin as the paraffin film mentioned in Chapter 1) covers the surface. When water vapour condenses on it, gelatine absorbs the water and the surface is never fogged. There is no sensible deterioration of the transparency and exactness of image until the film absorbes a certain amount of water. But, if the water content of the gelatine film exceeds a limit, the film begins to increase its thickness remarkably and loses the exactness of the surface, so the image seen through it becomes indistinct more and more.

This procedure is recommendable for

eye-glasses or masks, because it is quite effective under ordinarily circumstances and, moreover, the treatment is easy. The gelatine film may be spoiled occasionally. In that case, the glass plate must be washed in warm water and a new film be put again.

### **4. Drying Wind Glass by High Tension Current.**

If a pair of metal electrodes is fixed on a surface of a glass plate and a high tension voltage of 1 or 2 Kilovolts (when the distance of the electrodes is 1 cm.) is applied to it, the part of the surface between the electrodes is never fogged even in a very severe condition. Photo 11 shows an experiment when 2 kilovolts were applied to the electrodes 1.5 cm. apart and the glass surface was blown by a jet of steam, sent from a boiling kettle. When the surface was dry (before it was blown by steam) very small current (a small fraction of 1 milliampere) passed between electrodes. When the blowing by steam started, the current increased to 2 or 3 milliamperes, the lengths of the electrodes being 6 cm.

When the glass surface was blown by the steam jet without the high tension voltage being applied to the electrodes, fogging started of course at once and the droplets grew their sizes rapidly. If the high tension source was connected in this state, much stronger current than mentioned above passed and the part of the surface between the electrodes dried up in a short time, as shown in Photo 12.

Therefore if a wind glass is provided with electrodes on its front surface, rain or snow spattered on it will vanish soon even in freezing seasons.

This method is commendable for wind glasses of cars, trucks and airplanes. If the electrodes are fitted on both the frontside and inside of a wind glass at the same positions, the part between them can be made always perfectly transparent. As to the high tension source, A.C. is of course suited. Since A.C. does not corrode metal electrodes as D.C. does, any ordinary metal can be used as the electrodes. If an ordinary step-up transformer is used as the high tension source, a high resistance must be connected in series. A leakage transformer, as those used for lighting neon tubes, may be used with safety.

In order to get a large area of vision, a pair of multiple electrodes arranged as shown in Fig. 3 is convenient. Narrow electrodes (or wires) are better to avoid obstructing the view.

No luminous phenomenon was seen on the glass surface, when the high tension circuit was on, in ordinary conditions.

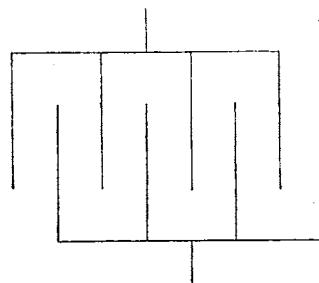


Fig. 3

But, when the condensation was extremely intense, or a fog stream was blown against the surface, very tiny sparks (visible only in a dark room) appeared along the edges of the electrodes.

#### 5. Double Wind Glass and Heating.

If the wind glass is made double sheeted and hot dry air is sent between them, both the front and back sides will be kept always dry.

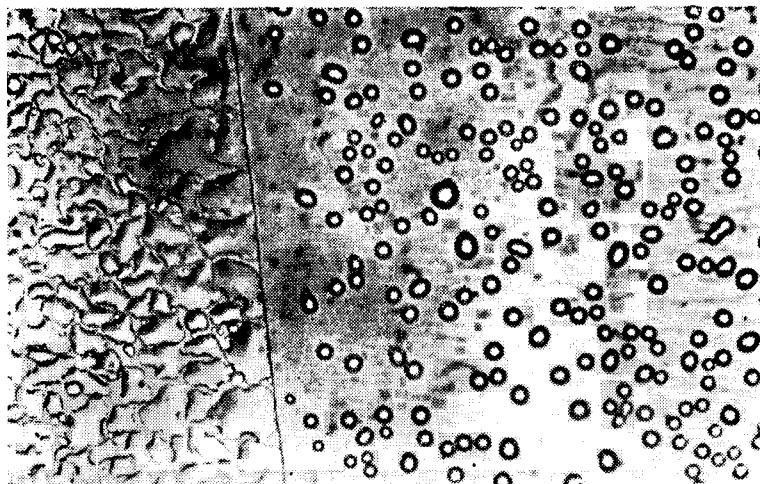


Photo 1

Magnification:  $\times 80$

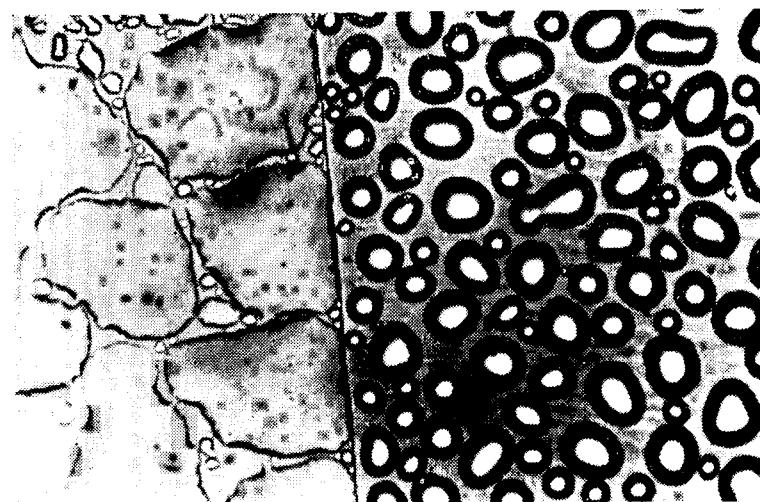


Photo 2

Magnification:  $\times 80$

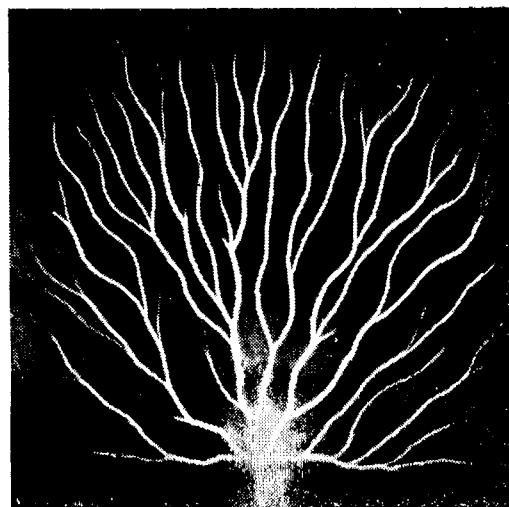


Photo 3  $\times \frac{1}{6}$

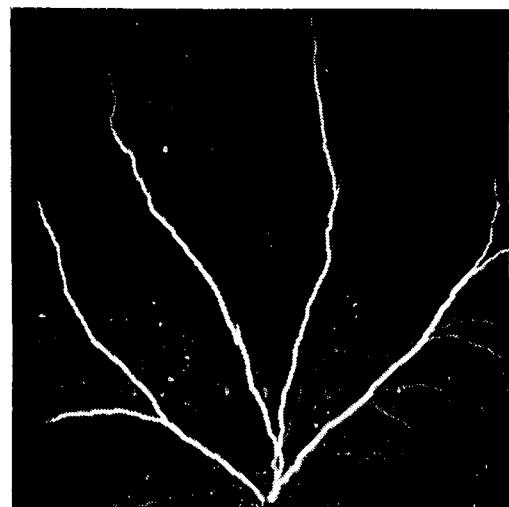


Photo 4  $\times \frac{1}{6}$

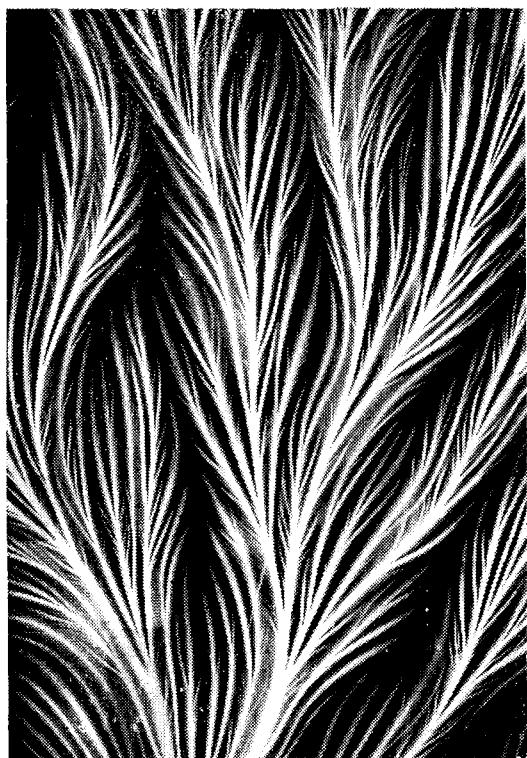


Photo 5     $\times 1$     Surface charge pos.



Photo 6     $\times 1$     Surface charge neg.

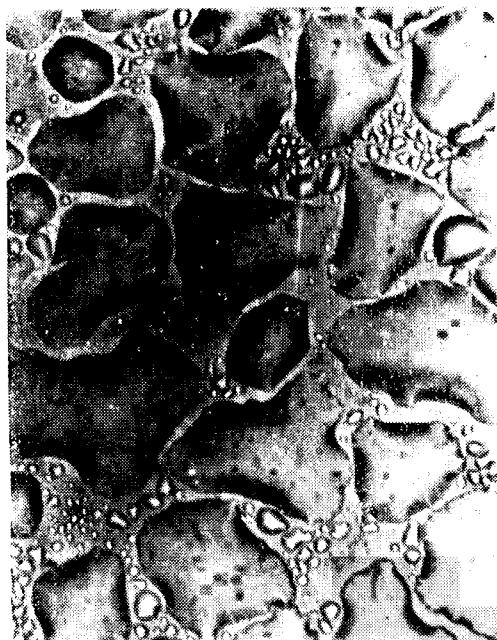


Photo 7     $\times 80$     Quartz

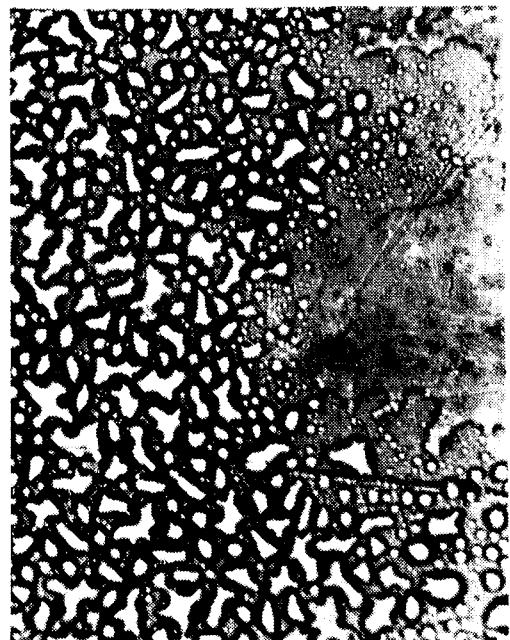


Photo 8     $\times 80$     Cleaned glass

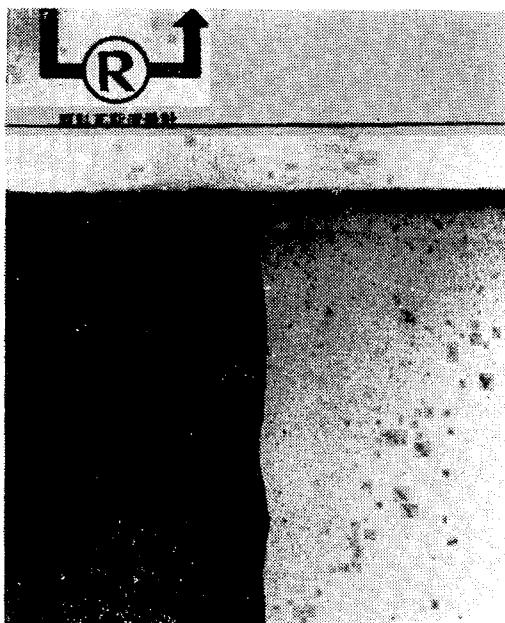


Photo 9             $\times \frac{1}{2}$



Photo 10             $\times \frac{1}{6}$

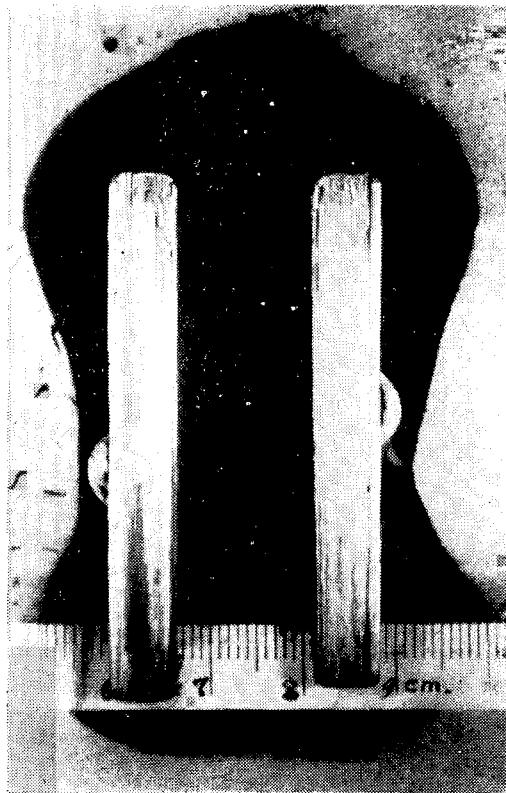


Photo 11

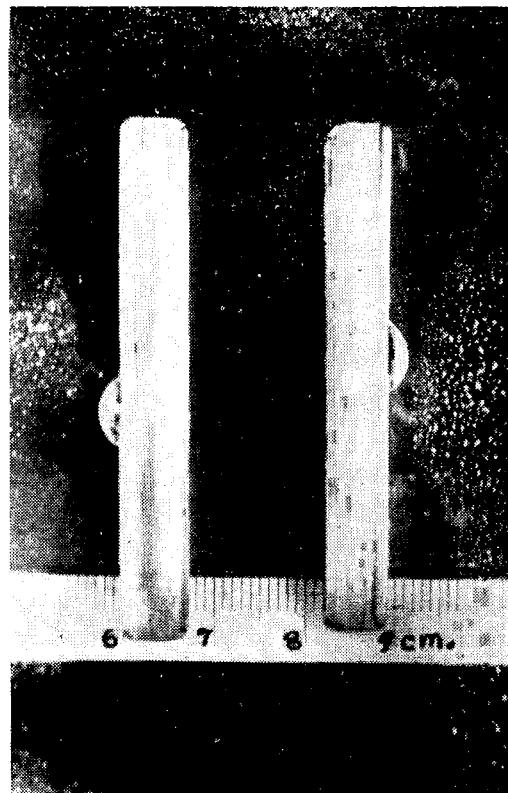


Photo 12

## アーカ感知器の試作(第2報)

中内俊作・渡辺彰夫

## Photoelectric Detector of Electric Arc (2)

By

S. NAKAUCHI and A. WATANABE

*Members of the Institute*

(Received September 16, 1954)

In our previous report (Part I-Report of F. R. I., Vol. 4 No. 3 1953) we discussed the essential factors of an arc-detector (a device to detect an arcing ground occurred in a remote controlled D. C. substation for electric railway) and came to the conclusion that the plan is workable.

Later, we completed a detector set by way of experiment, and carried out all the necessary tests. In this report we shall give a full explanation of the results of our tests. The points to be noted are as follows:

1. Arc-detectors constructed after this principle are fit for practical use. The connecting diagram is shown in Fig. 8.
2. Suggestions for manufacturing, setting and maintenance of arc-detectors are given.
3. The quantity of emitted ultra-violet rays from a great power D. C. arc is proportional to the power of the arc, if Fe-Cu pair of poles is used, but proportional to the current, if the poles are carbon-carbon.
4. Fig. 10 shows the relation between the quantity of ultra-violet emission and the power of the arc in the case of Fe-Cu poles. The quantity of emission is given by the current generated in a selenium photo-electric cell.
5. The relation of the time lag of the action of the detector from the outbreak of an arc to the amount of the photo-electric current which passes the meter-relay (MR in Fig. 8) is shown graphically in Fig. 21.

## 1. 緒 言

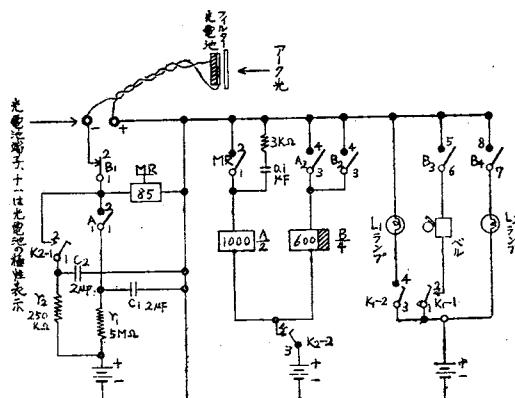
第1報に於て我々はアーカ感知器が、光電池とメーターリレーの組合せで、理論上、実用化が可能であることを示したが、その後その実用性に関する実験的裏付けを行つたので、その結果を報告する。

この実験は、交流及び直流の小電力電弧と、直流の大電力電弧に対する感知器の感度と、電磁誘導その他による誤動作の可能性について行われたものである。

実験の結果、アーカ感知器は充分実用化可能であることが証明された。

## 2. 実験に使用したアーカ感知器

実験に使用したアーカ感知器の結線は第8図の如くであり、第1報第1図に述べたものと殆



第8図 試作アーカ感知器回路図

んど同じである。

第8図に於て、MRはメータリレーで、試作器に使用したものは、桑野電気製のSN-1A型で、内部抵抗は $85\Omega$ 、電流感度はフルスケールで、 $200\mu A$ のものである。

リレーA及びBは共に電話用水平型リレーである。Aリレーは抵抗 $1000\Omega$ 、Bリレーは抵抗 $600\Omega$ で、Bリレーは銅環付の緩動リレーになつており、動作時間は約 $100ms$ である。

光電池は新電元工業のP45-12型、直径40mmのもので、光電池面照度 $1000\text{ルツクス}$ の時 $400\mu A$ 以上の光電流出力を有するものであ

る。

光学フィルターは、東芝製UV-DI-Cであるが、この特性は既に第1報で説明したので省略する。

## 3. 実験場所及び装置

### 3.1. 実験場所

実験を行つた場所は、国鉄の鉄道技術研究所電力機械研究室大井分室と、当研究所である。

### 3.2. 実験装置

実験は交流小電力電弧と、直流大電力電弧と直流小電力電弧との三つの場合について行われたが、その装置は夫々次の如くである。

#### 3.2.1. 交流電弧の場合

この実験は当研究所で行われたものであるが、その装置は次の通りである。

電弧発生装置は、二本の電極を垂直に配置したもので、交流 $200V$ の電源から、安定抵抗を介して点弧した。

電極材料は炭素-炭素、炭素-銅、炭素-鉄の三つの組合せを使用した。

電流は、 $30\sim200A$ の間で変化した。

光電池は、電弧から $50cm$ の所に固定し、光電流と、電弧電圧、電弧電流の三者を電磁オツシログラフで同時に記録するようにした。

#### 3.2.2. 直流大電力電弧の場合

この実験は国鉄当局の御援助により鉄道技研で行われたもので、その装置は次の通りである。

電弧発生装置は、二本の電極を水平に配置したもので、直流 $1500V$ で点弧した。

電極距離は $5\sim30cm$ の間で、電流は $50\sim1000A$ の間で変化した。

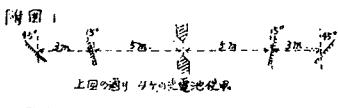
電圧電流の測定は、通電時間の長いもの（数秒間のもの）はペンオツシロ、通電時間の短かいもの（数サイクルのもの）は電磁オツシロで測定した。

電極材料としては、陽極に銅、陰極に鉄の組合せと、炭素-炭素の組合せを使用した。

第 3 表

アーチ感知器試験記録 於...鉄道技研大井町分室

電圧	電流	電極間隔	電材 種類	電極と感應器との 距離	動作 順序	×不動作 動作	動作時用 時間	電圧	電流	電力	通過時間	メーターリレー度	メーターリレー度	5m換算 光電流	記事
(1)-B-1	1,500V	300A	5cm	①銅板	5m	○		72V	305A	KW 22.0	274~ 100	μA	—	—	取消
(1)-B-1	u	u	u	u	u	u	○ (1.3) sec	75	300	22.5	281	80	80	80	
(1)-A-1	u	100	u	u	u	u	x	80	109	8.7	147	120	80	80	
(1)-A-2	u	u	u	u	u	u	x	85	106	9.0	148	u	80	80	
(1)-A-3	u	u	u	u	u	3	○ (1.5)	85	106	9.0	(6.7 sec)	u			二回目: 1.4秒 三回目: 0.8秒 再動作
(1)-A-4	u	u	u	u	u	u	○ (1.4)	80	107	8.7	317~ u				
(1)-A-5	u	u	u	u	u	10	x	80	106	8.5	159	u	20	80	
(1)-B-2	u	300	u	u	15	x		100	305	30.5	158	u	30	270	
(1)-B-3	u	u	u	u	10	x		115	300	34.5	163	u	75	300	
(1)-C-1	u	1,000	u	u	20	x		130	1025	133.	153	u	20	320	
(1)-C-2	u	u	u	u	15	x		150	970	146.	167	u	20	180	
(1)-臨-1	u	500	u	u	u	u	x	120	520	62.4	163	u	60	540	
(4)-A-1	u	300	u	u	10	x		100	290	29.0	161	140	60	240	
(4)-D-1	u	u	10	u	u	x		190	278	52.8	164	u	120	480	
(4)-B-1	u	u	15	u	u	x		315	260	81.9	154	u	140	560	
(4)-C-1	u	u	30	u	u	x		(300)	200	100.0	(0.5 sec)	u			ゲート動作なし
(2)-A-1	u	u	5	u	附図 1	○ (0.6)		75	300	22.5	146~ 100	100	100		
(2)-A-2	u	100	u	u	u	○ (2.5)		80	106	8.5	143	50			
(2)-A-3	u	u	u	u	u	x		80	107	8.6	148	u			感知器電源入力されたため 取消
(2)-A-4	u	u	u	u	u	u	○ (1.0)	80	107	8.6	83	u			
(2)-B-1	u	u	u	u	u	附図 2	○ (1.0)	80	100	8.0	86	u			
(2)-B-2	u	u	u	u	u	u	○ (2.7)	80	100	8.0	162	120			
(2)-B-3	u	50	u	u	u	x		80	55	4.4	169	u	60	17.3	
(2)-B-4	u	u	u	u	u	x		85	54	4.6	276	u	60	17.3	
(2)-臨-1	u	u	u	u	附図 3	x		80	54	4.3	281	u	24	13.9	
(5)-A-1	u	500	u	u	u	4	x	140	515	72.1	257	140	10		
(5)-A-2	u	u	u	u	u	5	x	120	510	61.2	263	u	20		
(6)-A-1	u	100	u	u	附図 4	5m	x	○ (250) 100	90	22.5 9.0	180	u	30	30	○ (250)± 1.8 sec 緊縮
(6)-A-2	u	u	u	u	u	u	x	100	100	10.0	255	u	20	20	
(6)-A-3	u	300	u	u	u	u	x	110	280	30.8	268	u	100	100	
(6)-D-1	u	100	10	u	u	x		160	98	15.7	269	u	25	25	
(6)-D-2	u	u	u	u	u	x		100	100	10.0	248	u	25	25	
(6)-D-3	u	300	u	u	u	u	○ (0.5)	200	270	54.0	253	u	140	140	
(6)-D'-1	u	u	u	u	附図 6	x		120	270	32.4	253	u	45(50) 2	115.2	
(6)-D'-2	u	u	u	u	u	u	○ (3.2)	200	270	54.0	228	u	70 <sup>11</sup> (140) 2	179.2	
(6)-D'-3	u	100	u	u	u	u	x	420	75	31.5	191	u	15(20) 2	38.4	
(6)-A'-1	u	u	5	u	u	x		250 140	90 100	22.5 14.0	245	u	12.5(25) 2	32	
(6)-A'-2	u	u	u	u	u	x		80	100	8.0	240	u	10(20) 2	25.6	
(6)-A'-3	u	300	u	u	u	x		95	300	28.5	238	u	50(100) 2	128	
(6)-A'-4	u	u	u	u	u	x		170	285	48.5	229	u	45(50) 2	115.2	
(6)-A'-5	u	100	u	u	u	x		135	100	13.5	(20.8 sec)	u	10	25.6	↑ゲート動作
(7)-1	100	4-5	0.5~1.0	u	附図 7	x		24	4.5	0.108	23.0	u	30(40) 2	ビーグル(50) 2 μA	
(7)-2	u	u	u	u	u	x		36	7.5	0.270	27.5	u	40(40) 2	ビーグル(105) 2 μA ※通電延時間 4回され	
(7)-3	u	u	u	u	u	u	○ (3.8)	42	9.5	0.399	6.2	u	10 <sup>11</sup> (100) 2		
(7)-4	u	u	u	u	u	u	○ (5.5)	40	9.0	0.360	5.6	u	u		※通電延時間電弧回され
(7)-5	u	u	u	u	附図 8	○ (2)		33	10.5	0.347	3.6	u	u		u
(7)-6	u	u	u	u	u	x		38	5.5	0.209	12.0	u	40(50) 2	ビーグル(13) 2 μA x	
(7)-7	u	u	u	u	u	x		40	5.0	0.200	32.0	u	u	ビーグル(10) 2 μA ※通電延時間 電弧8回され	
(7)-8	u	u	u	u	u	u	○ (5)	40	4.5	0.180	19.5	u	10 <sup>11</sup> (100) 2		
(3)-1	1,500V	1000A	10cm	④鋼板	附図 9	x						40	10 <sup>11</sup> (40) 2		
(3)-2	u	u	u	u	u	x						120	10 <sup>11</sup> (100) 2		
(3)-3	u	u	u	u	u	x						40	10 <sup>11</sup> (40) 2		
(3)-4	u	u	u	u	u	x		204	905	184.62	0.0579	40	u		電磁干渉



上図の通り 42度電流使用。

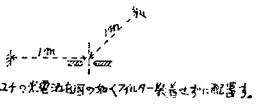
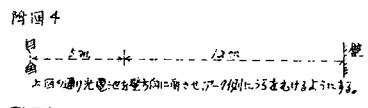


図8 附図7にありて距離を大きめとする。



上回のよどは40cmにわたる。図3。

光電池の配置は、最初は1ヶの光電池を光源からの光に垂直に光電面をおいて、光源から5, 10, 15, 20mの所に置いたが、後で2~4ヶの光電池を並列に接続して第3表附図のように配置した。

遮断器の正常動作による瞬間的電弧に基く感知器の動作の実験は、第2図の電弧発生装置で電弧を発生させ、2ヶの光電池を電弧から40cmの所におき、並列に接続して行つた。この時の電極距離は10cm、電弧電流は1000A、電弧電圧は200V見当、電弧継続時間は50ms見当であつた。

### 3.2.3 直流低圧小電流電弧の場合

この場合は二本の炭素電極を垂直に配置し、DC 1000V, 4.5~19Aで点弧し、2ヶの光電池をフィルターを除いて電弧から0.7~1mの所に入射光と光電面を垂直にして配置し、実験装置全体を暗室内に収容して実験を行つた。

電圧電流はペンオツシロで測定した。

## 4. 実験結果

### 4.1. 交流電弧の場合

交流電弧の場合のオツシログラムは104枚とつたが、そのうちの代表的なものを第9図に示す。第9図にみられるように、同じ電力の電弧に対して光電流の大きさは一定していない。

その理由としては、点弧したばかりの時は、電極が充分熱せられていない為、電弧の発光能率が悪く、同じ消費電力に対しても明るさを異にするのであらうと言うことと、測定が1個の光電池により行われているので、最も発光量の多い陽極点及び陰極点が電極棒の光電池の側にある時と、光電池と反対の側にあるときとで、同じ電力の電弧でも光電池のうける光量が異なると言うことによるものであらう。

これらのオツシログラムから得た結果から、第1報の第6図が得られたのである。

### 4.2. 直流電弧の場合

実験結果は第3表の通りである。

第3表において、メーターリレー調度と言うのは、メーターリレーの最低感動電流の調整値

である。なおこのメーターリレーは0~140μAの間に感動値を調整出来るものである。

5m換算値と言うのは、アーグの明るさを示す一つの単位として採用したもので、光電池が光源から種々の距離にあつたときに実際に流れた光電流を、1ヶの光電池を光源から5m離れた所に入射光と光電池面が垂直になるように配置した時に流れるべき値に換算したものである。

この換算では入射光束は距離の自乗に反比例し、入射角の余弦に比例するものとして計算した。フィルター面で反射がある筈であるが、この換算ではこれを無視した。

メーターリレー読と言るのは、メーターリレーの針の動きをメーターリレーの目盛板で読んだ値であるが、目盛板が小さい上に光電流の値が時々刻々変化することが多いので、その読み取り値には2~3割程度の測定誤差が含まれている。

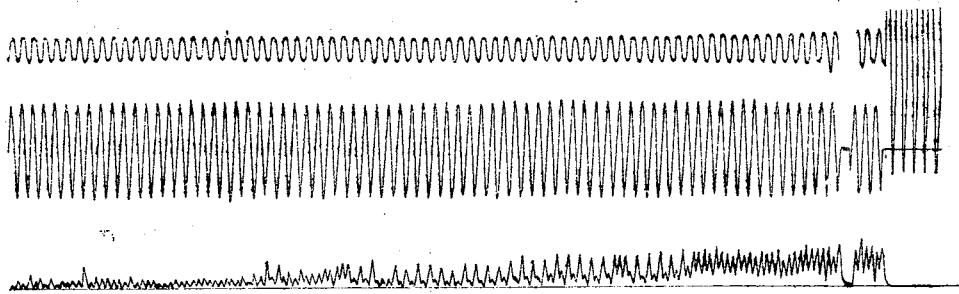
電弧電圧、電弧電流は共にオツシログラフの記録から、その平均値を読み取つたものである。

## 5. 実験結果に対する考察

### 5.1. 電弧の明るさ

電弧からの光はクレータからの部分と、電弧柱からの部分の二つに大別出来るが、前者は殆んど完全な点光源であるため、測定用光電池と反対側の電極面にクレータを生じた場合等は、殆んどその光量を測定出来ない。一般的に言って、電弧のようにその配光曲線に大きい凹凸があり、且配光曲線自体が、時間的にみて変化し易いような光源を一点又は少數の点で測定すると、その測定値には甚だしいばらつきを生ずる。このことは第9図のオツシログラムの光電流の各サイクル毎におけるばらつきにもはつきりとみられる通りである。

従つて電弧の明るさ、即ち総光束を調べるには、本実験はあまりに粗雑で、この実験、特に第3表の少数の実験から云々出来る結果は少ない。しかしながら実際に使用するときは、この実験のように少數の点でアーケを受光するのであるから、実際に使用するときの感度をだすのには役立つ実験であると考え、このような見地



第9図 交流電弧の電圧一電流一発光量のオツシログラム電極は炭素一銅である。

上段 電弧電圧 中段 電弧電流 下段 光電流

から第3表の実験結果につき検討を加える。

#### 5.1.1. 銅一鉄電極の大電力電弧の場合

陽極に銅、陰極に鉄をとつたときの消費電力一光電流のグラフを第10図にあげる。光電流としては 5 m 换算値を採用している。この光電

たが、1000 A のときは、クレータからの光がさえぎられて光電池にとどかなかつたとみるべきであらう。このように光が電極棒自身によつてさえぎられた例は第9図のオツシログラムにもみられる所である。

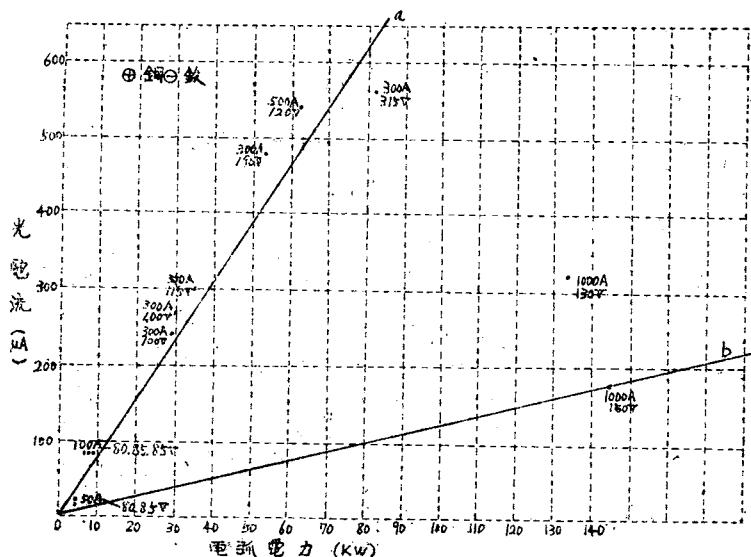
この時の光電流は、電弧柱よりの光によるものと見られる。

1000 A のときに限つて二つともクレータからの光とどかなかつた理由としては、大電流ではクレータが深く電極棒中にえぐられて形成される可能性が多いので、その光がさえぎられ易いためだと説明出来る。

以上のような説明から第10図の b 直線上の 150 V-1000 A の測定値が、電弧柱からの光のみを代表するものであり、且つ電弧柱の明るさは電力に比例するものと考えれば

b 直線が電弧柱の明るさを定量的に表わすとおけるわけであるが、この実験方法と、測定回数からするに、この仮定はすこし乱暴すぎると思われる。

一般に電弧柱はクレータに比して、形はすつと大きいから、この光は比較的さえぎられる例は少ないと考えられるので、この電弧柱の明るさが数量的にはつきり出れば、最も安全側にと



第10図 銅を+電極、鉄を-電極とした電弧の電力一紫外線発光量特性

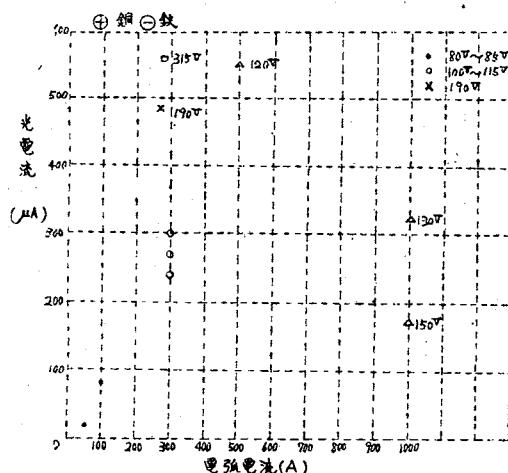
流値は UV-DI フィルターを通して光電池で測定したときの電弧の明るさ、即ち電弧の紫外線量を表わしている。

この第10図をみると 500 A 以下のアーケは比較的よく直線にのつているが、1000 A のアーケは二つとも非常に少ない光電流しか流していない。これは 500 A 以下のアーケの測定のときは、比較的うまくクレータからの光をうけてい

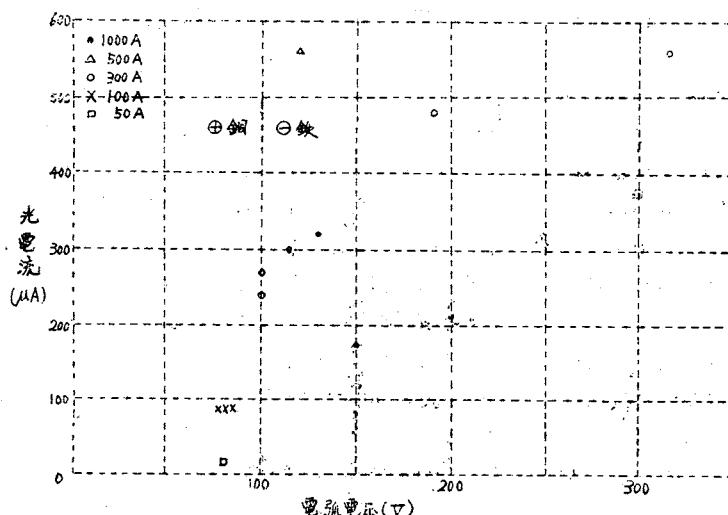
つた時の感知器の感度を出すのに申分ないのであるが、測定数が少なく、その方法も拙劣であつた為、b直線が電弧柱の明るさを定量的に示すものであると言いかねるのは残念である。

この実験の範囲で言えることは、光量は電流によつて定まるものではなく、どちらかと言えば電力によつて定まると言うことである。参考として同じ実験データを、電流、電圧をX軸としてグラフにしたもの第11～12図にあげる。

若し、電力によつて定まると言うことを認めると、放射される紫外線の量のうちの相当部分は電弧柱から発せられていると言うことに



第11図 銅を+電極、鉄を-電極とした電弧の電流-紫外線発光量特性

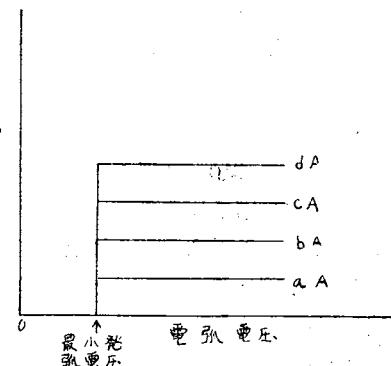


第12図 銅を+電極、鉄を-電極とした電弧の電圧-紫外線発光量特性

なる。

何故ならば、若し陽極点又は陰極点が、その光量の大部分を受けもつているとするならば、陽極降下、陰極降下は電弧電圧に殆んど関係せず一定とみられるから、陽極点又は陰極点で費されるエネルギーは、大体電流に比例することになり、その発光能率を一定とすれば、全光量は電流に比例するようになる筈である。このことは、小電力電弧について、H. Ayrton氏が実験的にも証明済のことである。

これに反して、若し放射される紫外線の量のうちの相当部分が電弧柱から発せられているとすると、光量は電流だけでなく、電力によつて大いに左右されることになる。何故ならば、電

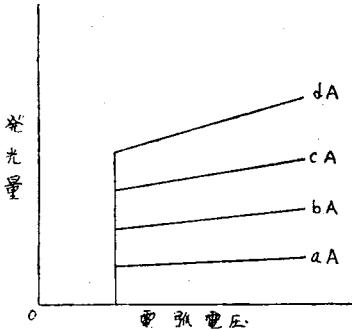


第13図 電流をパラメータとした電弧発光量を示すグラフの模型  
(電柱栓よりの発光のない場合)

弧柱の大きさは、第一報に述べたように、その太さが電流に比例し、長さが電圧に比例するために、電力によつて定まるからである。

結局電弧からの光が、主として陽極点又は陰極点から発せられており、電弧柱から殆んど発していないとすれば、その発光量をY軸に、電弧電圧をX軸にとつた場合の、発光量を示す曲線は、電流をパラメータとして、第13図のようになるべきであり、電弧柱と陽

極点の両方から発光しているならば、全発光量を示す曲線は、同じく電流をパラメータとして第14図のようになるべきである。但し第14図の



第14図 電流をパラメータとした電弧発光量を示すグラフの模型  
(電弧柱よりの発光のある場合)

場合電弧柱内のいたる所で発光能率を一定と仮定している。

以上の所論と、第10～12図の実験結果を比較して、結局、第10図のb直線が、電弧柱の明るさを示すものであるとは言いきれない迄も、電弧柱が相当量の紫外線を出していると言うことだけは言えると考えられる。

電弧柱からも相当量の紫外線を出しているとする以上の所論を正しいとすれば、銅一鉄電極の大電力電弧を問題とする限り、アーク感知用光電池は必らずしもクレーティからの光を受ける位置におかなくともよく、電弧柱からの光だけでもよいと言える。

このときの感知器の感度は、前述の如く電弧柱の明るさがはつきりつかめていないので、正確には表現出来ないが、一応第10図のb直線を採用すれば1個の光電池を光源から5mにおいての場合、メーターリレーの調度値を $50\mu\text{A}$ として $40\text{KW}$ のアークを感知出来ることになる。

又若しクレーティからの光も受けたとし、この時のアークの明るさとして第10図のa直線を採用すれば、 $6.5\text{KW}$ のアークを感知出来る。となる。

実際にとりつけた時は、数多くとりつけた光電池のどれかがクレーティからの光を受取るであ

らうし、又陽極点は移動し易いものであるから、最初陽極点からの光が入らないとしても、これは時間の問題でしばらくすれば陽極点からの光も入るようになると言う場合も多いであらう。

以上を総合して、この実験からは、大ざつぱに言つて、第10図のa直線を採用出来ない迄も、これに幾分安全率をかけて $10\text{KW}$ 程度のアークを、これから $5\text{m}$ 離れた所におかれた1個の光電池により感知することが出来ると言つておこう。

### 5. 1. 2. 炭素-炭素電極の大電力電弧の場合

この場合は、銅一鉄の場合と異なり、電弧柱の中に金属蒸気がないから、電弧柱は空気及び炭素のスペクトルを出すであらう。従つて紫外部は、電弧柱からの光にあまり含まれておらず、専ら陽極点からの光が問題となるであらう。若しそうとすれば、電流が光束を決定する大きな要素となる筈である。

参考のために第4表に純炭素棒と発炎炭素棒(アルカリ又はアルカリ土金属の塩を含む電極棒)との二つの場合のアークにおける電極点及び電弧柱よりの光量比をあげる。

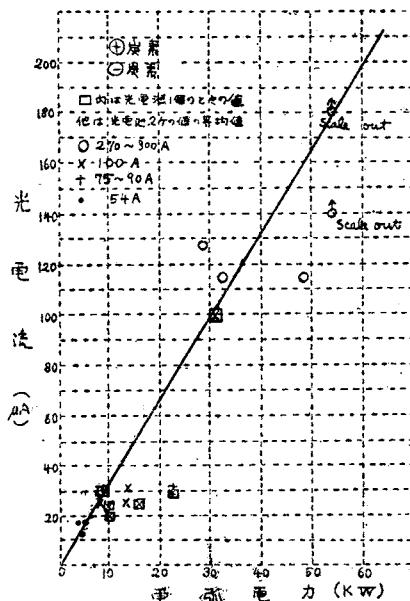
第4表 純炭素棒と発炎炭素棒電極の電弧の各部よりの光量比(6)

電 極	陽 極 点	電 弧 柱	陰 極 点
純 炭 素 棒	85	10	5
發 炎 炭 素 棒	10	85	5

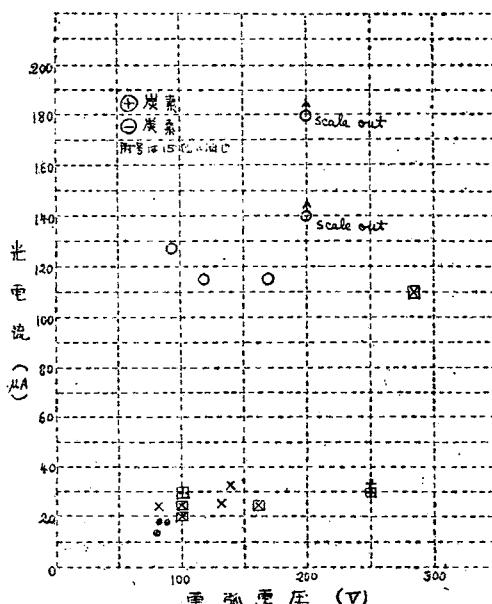
第4表は可視部も含んだ全光量についてのデータであり、紫外部についてのものではないが、純炭素電極の電弧の場合は陽極点が、又金属蒸気を含む電弧の場合は電弧柱が、夫々如何に重要な役割を演じているかは分る。

実験結果を、Y軸に光量を表わす光電流をとり、X軸に夫々電力、電圧、電流をとつた三つの図に整理すると、第15～17図を得る。この3図のうち、電流を軸とした第17図が一番まとまっているようであるが、その理由は上述の如く電弧柱の役割が小さいためであらう。

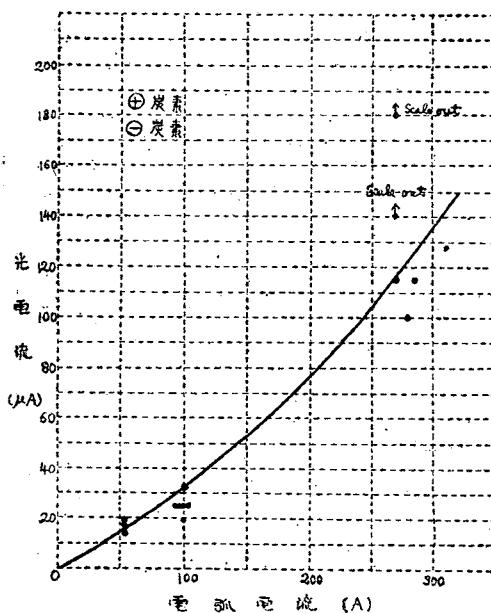
第16図の 100 A の点をみても、電圧の増加にかかわらず光電流が増加していないことがうかがわれるが、電弧柱は電圧の増加に従つて長さを増すわけであるから、このことはつまり電弧柱はあまり紫外外部を出さないということを意味していると考えられる。



第15図 炭素電弧の電力—紫外線発光量特性



第16図 炭素電弧の電圧—紫外線発光量特性



第17図 炭素電弧の電流—紫外線発光量特性

第17図において電流の増加と共に幾分能率がよくなっているのは、大電流になると陽極点の温度があがり、発光能率がよくなると共に、スペクトル全体が短かい方に移動して紫外外部が多くなる為であらう。このような現象は、第一報の第2図にも明らかなように既に先人によつて発見せられている所のものである。

以上の実験結果を総合して、炭素電極の大電力電弧の場合は、銅一鉄電極の場合と異なり、電流により明るさが決定され、従つて電弧柱はあまり明るさに關係しないと言える。

結局数量的に言つて、炭素電極の場合は、その明るさは 5 m 換算値の光電流で表わして、小電流の所で  $30 \mu\text{A}/100 \text{A}$ 、大電流の所で、 $140 \mu\text{A}/1300 \text{A}$  位と言う所であると言える。しかしながら、若し電極点からの光がさえぎられた場合は、銅一鉄の場合に比して非常に暗いものとなるであらう。

### 5.1.3. 炭素-炭素電極の小電力電弧の場合

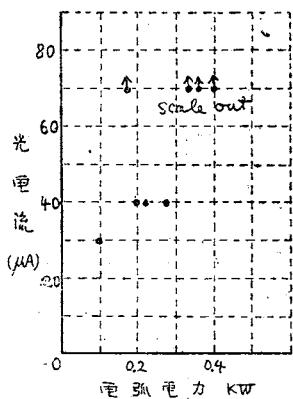
紫外線フィルターをはずして、光電池だけでアーケーを感知する場合、どの程度のアーケー迄感知出来るかについて、暗室で炭素-炭素電極の

小電力直流電弧を作つて実験した。

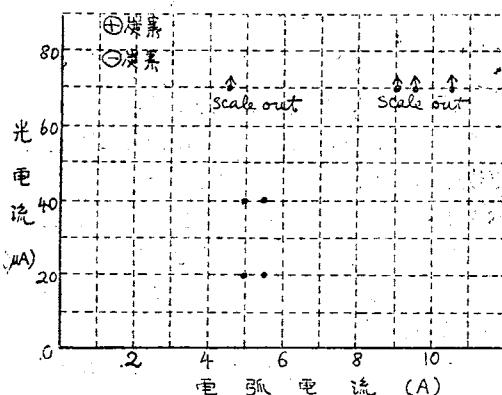
しかしながら、この実験は電弧が安定しなかつた為に、よい結果は得られなかつた。

その結果を第18  
~20図にあげる。

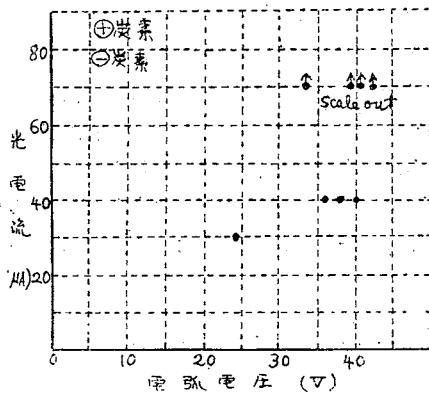
これ等の図にみられるように、何W或は何Aのアーケを感知出来るかと言う結果は殆んど出せない程度にデータにはばらつきがあるが、極く大ざつぱに言つて第19図より 10A 以上のアーケなら



第18図 炭素電弧の電力一発光量特性



第19図 炭素電弧の電流一発光量特性



第20図 炭素電弧の電圧一発光量特性

ば、1個の光電池をアーケから 1m の所におい

て感知出来ると言える。

一方、同じ炭素アーケで、第16図のように大電流のものでは、1ヶの光電池を光源から 5m の所において約 120A のアーケを感知出来るのであるから、若し 1m の所に光電池をおけば、発光量が電流に比例し、光電池へ入る光量は距離の自乗に逆比例するとすると、約 5A のアーケを感知出来ることになる。

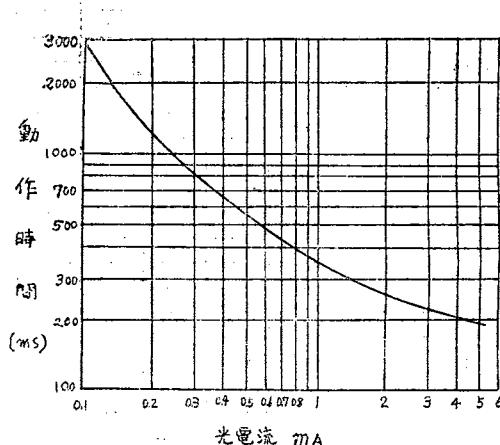
この二つの結果を比較すると、紫外線フィルターを除いた方が感度が悪いと言う矛盾を生ずるが、これは大電流電弧と小電流電弧の能率の差、スペクトル分布の差等がきいているのと、実験方法の拙劣さからくる結果であらう。

何れにせよ、上の矛盾をこの実験から推察するのは出来ないとと思われるが、結論として紫外線フィルターを除いて、暗室で使用するならば誤報の可能性なしに、電流 10A 以上、電圧 30~40V 以上の電弧、電力にして 0.3~0.4KW 以上の電弧を、1個の光電池を 1m の所においてみつけ得ると言うことだけは言える。

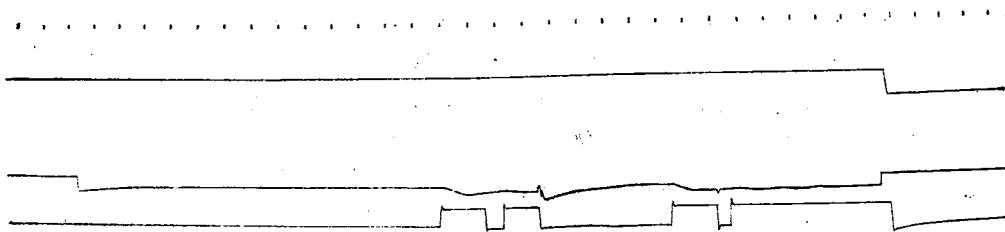
## 5.2. 誤動作の可能性

高速度遮断器動作時の正常アーケによる誤動作の可能性については、第3表の(3) 1, 2, 3, 4 に亘つて実験を行つたが、どの場合も、メーターリレーの接点は、一時的に閉ぢるが、誤報は出さなかつた。

これに関するでは、当所でメーターリレーに 5000μA 迄の直流電流を流して、何 ms 電流が



第21図 アーケ感知器動作時間



第22図

最上段 Time mark  
中段 第8図 MRに流れた光電流

上段 第8図 L<sub>1</sub>の電圧  
下段 第8図 Aリレーの電圧

流れると動作するかと言う実験を補足して行つて第21図のような結果を得た。

この実験は、オツシログラフとサイクルカウンターによつて行つたが、そのオツシログラムの一例を第22図にあげる。

この感知器が動作する時間を分析すると、メーターリレーの動作時間、Aリレーの動作時間Bリレーの動作時間に分けられる。Aリレーは10ms、Bリレーは100ms位の動作時間もつているから、A、B両リレーで110msは必要とするわけで、メーターリレーの動作時間がこれに加わるわけである。この最後に述べたメーターリレーの動作時間は、光電流により非常に変化し、5mAの光電流で10ms位最低感動電流で3000ms位である。これ等の動作時間のうち、A、B両リレーの動作時間は光電流の大小に無関係であるから、如何に光電流の大きい場合でも持続時間がこの値(110ms)位より短ければ動作しないわけである。

従つて高速度遮断器による誤動作の可能性は絶対にないと言える。

## 6. アーク感知器製作上の注意事項

アーク感知器製作上の注意事項を簡単に述べる。

### 6.1. 光電池

光電池の検査上重要なことは、感度と内部抵抗である。

#### 6.1.1. 感度

感度は可視部に関する感度と、紫外部に関する感度に分けられるが、普通の光電池は可視部

に関する感度を試験した上出荷されるようであるが、若しフィルター付で使用する場合は、当然紫外部の感度を問題とせねばならない。

ここで注意すべきことは、アーク光と太陽光を区別するために、紫外線を利用することの利点は、アーク光と太陽光のスペクトル分布自体の中にその原因があるのであつて、光電池の紫外線感度は二義的な問題であると言うことである。即ち、紫外線フィルターが正確にその役目を果しておれば、アーク光と太陽光は区別出来るのであつて、光電池の紫外部感度については、それが良ければアークに感じ易くなると同時に太陽光にも感じ易くなるのであるから、結局光電池としては、メーターリレーを動かし得る程度に感度がよく、且その感度がそろつておればよいのである。

以上のような観点から光電池を選べばよい。

### 6.1.2. 内部抵抗

光電池の内部抵抗は製品により相当の差があるが、本装置に使用するものとしては出来るだけ抵抗値の高いものがよい。これは数ヶの光電池を並列に接続して使用する場合に、お互の光電池が互に他の光電池の負荷にならぬようにするためには必要のことである。

この内部抵抗は、光電池に電流を流すときの電流の方向によつて異なり、又その電流値、室温等によつても影響されるが、試作機に使用して好成績を得たものは、30°Cで、10mV前後の起電力を電流の流れ易い方向の極性で光電池に加えたときの光電池抵抗が、2~3KΩ程度のものであつた。

### 6.2. メーターリレー

メーターリレーに関しては、電信電話公社で定めた仕様書があるから、その通りのものにすればよいと考える。それ以外に本装置に使用するものとして特に要求されることは次の如くである。

イ) 零中心で  $\pm 100 \mu\text{A}$  の目盛を有するもので、感動電流は  $0 \sim 100 \mu\text{A}$  の範囲で調節可能なもの。

この感知器のメーターリレー回路には、復旧用キー（第8図の  $K_2$ ）を押した時に負のインパルス電流が流れ、負の方向に接点を振らせるようになつてゐるので、上述のように負の方向にも振れる余裕のあるメーターリレーが必要になるのである。

ロ) 内部抵抗は  $100 \Omega$  以下であること。等であらう。

試作機に用いたものは、桑野電気製 SN-IA 型の内部抵抗  $85 \Omega$  のものであつたが、満足すべき結果を得た。

設計上の注意としては、このリレーの接点回路には必ずしも火花消去回路を挿入せねばならない。試作機の場合  $0.1 \mu\text{F}$  のコンデンサーと、 $3 \text{ K}\Omega$  の抵抗で火花消去の目的を達した。この回路がないと相当の火花を発生する。

### 6.3. 水平型リレー

水平型リレーについては、電電公社で完備した仕様書を作つてゐるが、この装置のために特に必要な点は次の通りである。

イ) 動作時間は第8図の A リレー  $10 \text{ ms}$  以下、B リレー  $100 \sim 200 \text{ ms}$  とする。

ロ) 接点は一号又は白金による双子接点とする。これは本装置のように長期に亘つて動作しないものについては必要なものと考えられる。

ハ) 接点圧力は  $35 \text{ gr}$  以上とする。長期に亘り使用しない場合、ほこりの影響を受け易いから、圧力を出来るだけ高くするのが望ましい。又出来るだけ、slide contact になるようにするのが望ましい。

### 6.4. 受信装置の絶縁抵抗

受信装置の充電部とケース（大地）間の絶縁抵抗は出来るだけ高く選ぶ必要がある。それは変電所では大地に相当の電位傾度があるので、配線の絶縁が劣化したときに、配線からメーターリレーを通して大地に微弱電流を流して誤報を出すのを防ぐためである。

実際に変電所に設置した場合、光電池のある場所と受信装置のある場所との間に、何ボルト位の大地の電位差があるかによつて必要な絶縁抵抗が定まるわけであるが、メーターリレーに流れる電流は  $5 \mu\text{A}$  以下におさえたいから、この大地の電位差を  $10 \text{ V}$  とすれば、 $2 \text{ M}\Omega$  の絶縁抵抗を必要とすることになる。

結局受信盤は電源部も含めて充電部とケース間の絶縁抵抗を  $20 \text{ M}\Omega$  以上にしてはどうであらうか。又これ位ならば製作可能の数値もある。

## 7. 設置に関する注意事項

設置に注意すべきことは大体次のような事である。

### 7.1. 光電池の接続方法

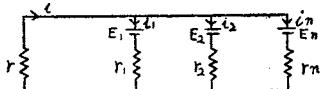
数個の光電池を1ヶのメーターリレー回路に接続するときに問題になることは、光電池を並列に接続するか、直列に接続するかと言う問題である。

今メーターリレーの内部抵抗が、光電池のそれに比較し得る程度に高いときは、光電池を直列につなぐ方が有利であるが、一般に光電池の内部抵抗は普通の動作状態では数  $\text{K}\Omega$  であり、メーターリレーの内部抵抗をこれに比して高くとることはリレーの製作上からみて不可能である。又後述する誘導障害を少くするためにもメーターリレーの内部抵抗は低い方が有利である。

このようにメーターリレーの内部抵抗が低いとなると、光電池は並列につなぐ方が有利と言ふことになる。

今メーターリレーの内部抵抗を  $r$ ,  $n$  ケの光電池の起電力及び内部抵抗を  $E$ ,  $E_1, \dots$

$E_n$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ , ...,  $r_n$  とし、これを第23図の如く並列に接続したとする。そのときは(1)式が成



第23図 光電池結線図

立し、これをといて(2)式を得る。

$$\begin{aligned} i_1 r_1 + ir &= E_1 \\ i_2 r_2 + ir &= E_2 \\ \dots & \\ i_n r_n + ir &= E_n \end{aligned} \quad \dots \quad (1)$$

(1) より

$$i \left( 1 + \frac{r}{r_1} + \frac{r}{r_2} + \dots + \frac{r}{r_n} \right) = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} + \dots + \frac{E_n}{r_n} \dots \dots \dots (2)$$

(2) 式で明らかなように  $r$  があまり大きくならないうちは、メーターリレーの内部抵抗  $r$  が光電池の内部抵抗  $r_n$  に比して充分小さければ、メーターリレーに流れる電流  $i$  は、各ケの光電池が夫々別個にメーターリレーに続つているとときに流れるべき電流の和に殆んど等しくなる。

試作の感知器回路では、 $r$  は  $85\Omega$  であり、 $r_n$  は数  $K\Omega$  である。この  $r_n$  は  $E_n$  の函数であつて、受光量により常に変化するものであるが一般的に言つて数  $K\Omega$  はあると言えるものである。

従つて試作器のような場合には、光電流は各個の光電池が独立に流す光電流の和と考えてい。このことは実験的にも確かめられた。故に光電池1個の場合の感度が、4.5.に述べた如く分つている場合には多数個の場合の感度も簡単に計算出来る。

以上要するに、多数個の光電池を1個のメーターリレーに接続するときは並列接続を採用すべきである。

## 7.2. 光電池の配置

光電池を配置するに当つての注意事項をのべ

る。

これは電変所の明るさ、発見すべきアークの大きさによつて異なる問題であるが、一般的注意事項は、太陽光による誤報をさけるようにしてこと、及びアークの出さうな所が光電池の死角内に来ぬようにすることの二つである。

太陽による誤報をさけるためには、光電池を明るい所に置かぬことは勿論であるが、更に一個のメーターリレーにあまり多数の光電池を接続せぬこと、換言すれば1個のメーターリレーの警戒面積をあまり大きくしないことである。このことは変電所の明るさによつて異なることであるから、実際何個迄つけられるかは言えないが、大体4個位、多くて6個位以下にするのがよいであらう。あまり多くつけると、太陽光による誤報以外に光電池が互に他の光電池の負荷となつて感度をさげる原因にもなる。

光電池間の間隔は大体天井の高さと同じ位でよいであらう。何故なら、天井の高さに比してあまり粗についていると、例えアークとの直線距離が近くても入射角が大きくなりすぎる欠点が出るし、あまり密にとりつけても、太陽光による光電流の増加による誤報をさけるために、メーターリレーの感度をさげねばならぬから、感度はその割に増加しないからである。

天井の極端に高い建物でも、光電池の床面上の高さは5m以下におさえたい。

結局、光電池の相互間隔を5m以下とし、4～6個の組毎に1個のメーターリレーに接続して行くとよいであらう。

この程度に光電池を配置すれば、実験の結果から推定して、5~20KW以上のアーケは確実にとらえられるであらう。

### 7.3. 配 線

### 7.3.1. 絶縁抵抗

配線の絶縁抵抗も 6.4 の受信盤のときに述べたと同様の理由で、出来るだけ高いことが望ましい。出来れば  $20M\Omega$  以上位にしたい所である。若し不可能な場合は配線全体をコンデンツトバイプの中に收め、バイプ相互間を完全に電気的に接続しておけば、大地電流に妨害されるこ

とは先づないであらう。このようにすれば配線の絶縁抵抗は精々  $1 M\Omega$  或はそれ以下でも問題はないであらう。

要するに必要な配線の絶縁抵抗は、配線された場所に存在する大地電流による電位差の函数であるから、この電位差をコンデュクト等によつて小さくすれば、必要な絶縁抵抗は小さくなるわけである。

大体の絶縁抵抗の目安としては、上記の電位差を  $aV$  としたとき、 $a/5 M\Omega$  以下であればよいであらう。

### 7.3.2. 誘導妨害

メーターリレーは非常に微少な電流で動作するものであるが、時定数が大きい為（約1秒）交流の誘導電流で誤報を出す危険は殆んどない。問題になるものがあるとすれば、直流回路の電流のゆるやかな変化によつて誘導されるものだけであるが、これはメータリレーのインピーダンスを低くとつてあるので問題ないと考えられるが、例え問題になるとしても配線を撚線で行えばこの誘導は殆んどさけられる。

実験の結果でもこの種の誘導妨害は全然認められなかつた。

### 8. 保守に関する注意事項

電源を乾電池によるならば、これの取り換えと、後はリレー接点部にたまるほこりを除去する目的で、三ヶ月に一度位動作させること位が主たる保守事項である。他に絶縁測定を時々やればよい。

動作試験の方法であるが、この感知器は人工照明光に対して極めて鈍感にしてあるから、よほど明るい光をあてねば動作しないので、一つの方法として 250W の写真用電球をフィルターにくつづける位近づけて試験することを提案する。光電池が第3図に示したような特性のものであり、フィルターが UV-DI-C であるとすると、メーターリレー調度を  $50 \mu A$  として大体フィルター面照度が 10000 lux 以上にならぬと動作しない。だから人工照明で試験するにはよほど明るい光源が必要である。

### 9. 結論

第一報及び第二報に述べた理論的考察及び実験結果から、次のことが結論出来る。

イ) 紫外線フィルターと光電池を組合せたものを床上 5m の所に光電池面を水平にして下向きに相互間隔 5m で取付けると、この光電池の網目の下にある床上に発生した 5~20KW 程度以上の電力をもつアーク（電極距離 5cm として 50~400A 位以上のアーク）を感知することが出来る。

ロ) 1 個のメーターリレーの受持つ光電池の数を 6 個以下におさえれば、窓際のよほど明るい所に設置しない限り、太陽光による誤報の可能性はない。又人工照明による誤報の可能性は殆んど絶無である。

ハ) 誘導その他による誤報もさけられる。

二) 製作、設備、保守は容易である。

以上を総合して、本アーク感知器は実用化可能であると結論出来る。

終りにあたり、本アーク感知器の試作及び試験に関し、種々御便宜御指導を賜つた変電所防火研究委員会の委員長大山松次郎先生、各委員諸士並びに鉄道電化協会の方々に深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- (7) 鳳誠三郎：電気接点と開閉接触子，昭 25
- (8) L. B. Loeb : Fundamental Processes of Electrical Discharge in Gases, 1939.
- (9) G. Windred. Electrical Contacts, 1940.

消防研究所報告 第5卷 第1號

昭和29年10月30日印刷

【通巻13号】

昭和29年11月5日発行

編輯者兼  
発行者

消防研究所

発行所

国家消防本部消防研究所

三鷹市新川700

印刷所

株式会社温故堂

甲府市二十八町43-45番地